

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP 03/05168

23.04.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2002年 8月29日

REC'D 20 JUN 2003

出願番号  
Application Number:

特願2002-251269

WIPO PCT

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-251269 ]

出願人  
Applicant(s):

J F E スチール株式会社

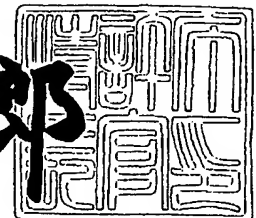
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 6月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3042100

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J00604

【提出日】 平成14年 8月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01B 11/24

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社  
技術研究所内

【氏名】 児玉 俊文

【特許出願人】

【識別番号】 000001258

【氏名又は名称】 川崎製鉄株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080458

【弁理士】

【氏名又は名称】 高矢 諭

【選任した代理人】

【識別番号】 100076129

【弁理士】

【氏名又は名称】 松山 圭佑

【選任した代理人】

【識別番号】 100089015

【弁理士】

【氏名又は名称】 牧野 剛博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006943

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9803081

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電縫溶接管の溶接ビード切削形状計測方法および計測装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電縫溶接管の溶接部に生成された管内面あるいは外面のビード位置に照射したスリット光の像である光切断像を前記スリット光の照射方向と異なる角度から撮像手段により撮像して得られる光切断画像に所定の画像処理を施すことにより該電縫溶接管のビード形状を算出する電縫管の溶接ビード切削形状計測方法において、

該光切断像と該光切断像を所定の画像処理手段により細線化後の光切断像とを重ね合わせた画像を表示するようにしたことを特徴とする、電縫溶接管の溶接ビード切削形状計測方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、細線化後の光切断像の各画素の色を、該画素に対応する光切断画像上の光切断像の輝度および該スリット光から外れた領域の最大輝度との比から定まる S N 比に応じた色で着色して表示するようにしたことを特徴とする、電縫溶接管の溶接ビード形状計測方法。

【請求項 3】

請求項 1 において、照射したスリット光の像である光切断像を前記スリット光の照射方向と異なる角度から撮像手段により撮像して得られる光切断像に対して該光切断像を所定の画像処理手段により細線化後の光切断像の各画素の色を、該画素に対応する光切断画像上の光切断像の輝度および該スリット光から外れた領域の最大輝度との比から定まる S N 比に応じた色で分類して着色し、前記光切断像と重ね合わせて画像表示するようにしたことを特徴とする、電縫溶接管の溶接ビード形状計測方法。

【請求項 4】

切削後の電縫溶接管ビード部にスリット光をある入射角で照射するスリット光源と、

前記スリット光の照射像を別な受光角で撮像する撮像手段と、

前記撮像手段の出力する光切断画像に対して、スリット光の像を 1 本の画素で表示するように処理する細線化処理回路と、

該光切断画像と前記細線化結果を同一画像上に重ね合わせる画像合成回路と、  
を備えたことを特徴とする、電縫溶接管の溶接ビード切削形状計測装置。

【請求項 5】

切削後の電縫溶接管ビード部にスリット光をある入射角で照射するスリット光源と、

前記スリット光の照射像を別な受光角で撮像する撮像手段と、

前記撮像手段の出力する光切断画像に対して、スリット光の像を 1 本の画素で表示するように処理する細線化処理回路と、

前記細線化した光切断線の各画素の色を、該画素の対応する光切断画像上のスリット光画像の輝度と該スリット光からはずれた領域の最大輝度の比から定まる S N 比に応じて着色する細線変換回路と、

を備えたことを特徴とする、電縫溶接管の溶接ビード切削形状計測装置。

【請求項 6】

切削後の電縫溶接管ビード部にスリット光をある入射角で照射するスリット光源と、

前記スリット光の照射像を別な受光角で撮像する撮像手段と、

前記撮像手段の出力する光切断画像に対して、スリット光の像を 1 本の画素で表示するように処理する細線化処理回路と、

前記細線化した光切断線の各画素の色を、該画素の対応する光切断画像上のスリット光画像の輝度と該スリット光からはずれた領域の最大輝度の比から定まる S N 比に応じて着色する細線変換回路と、

前記光切断画像と前記細線変換回路が出力する彩色された細線化結果を同一画像上に重ね合わせる画像合成回路と、

を備えたことを特徴とする、電縫溶接管の溶接ビード切削形状計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は電縫溶接管の溶接ビード切削形状の計測方法および計測装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

一般に、電縫溶接管（以下、本文中では略して「電縫管」と称している箇所がある）たとえば電縫鋼管は、鋼帯（鋼板を含む）を管状に整形しながら搬送し、鋼帯両幅端を高周波誘導加熱圧接や抵抗加熱圧接等の手段で鋼帯長手方向に連続的に突き合わせ溶接することによって製造されている。

【 0 0 0 3 】

この電縫管の溶接部には、圧接による盛り上がり、すなわちビードが管内外面に生じるが、通常このビードは製造ライン中、溶接機よりも下流に設置された切削バイトにより鋼帯長手方向に連続的に切削される。ビード部を切削除去後の同部の形状（以下、ビード切削形状と称す）は、理想的には鋼帯母材部の輪郭形状と一体化しビード部がどこであったかわからなくなることが望ましく、可及的にそれに近づけるため切削バイト先端を電縫管表面の適切な位置に保持する必要がある。

【 0 0 0 4 】

このため、従来より、切削開始時点で、作業員が目視判定やマイクロメータ等で切削部の厚み計測等を行って、切削バイトを最適位置に調整するようにしていたが、何本もの電縫管を製造するうちに、種々の理由から切削バイトの位置ずれや切削バイトの刃が欠けるなどして、製品電縫管にビード削り残しや深削りなどの切削不良が発生する場合があった。

【 0 0 0 5 】

このような切削不良は製品電縫管の外観を損なうだけでなく、このような切削不良部を有する管をガスライン等の加圧配管に適用すると、最悪の場合、管破裂に至る危険がある。

【 0 0 0 6 】

したがって、ビード切削形状を管の製造中に計測して監視し、その結果に応じて切削バイト位置を適宜修正する必要がある。

## 【0007】

しかしながら、ビード切削形状の監視は、外から観察しやすい管外面であっても作業員の目視観察に頼らざるを得ないため、精度や再現性に欠けるなど、定量性や信頼性に疑問がある。

## 【0008】

管内面に関してはラインの構成上製造中はビード部を直接観察することができず、ラインの最終位置において管を切断した時点で端部を観察したり、あるいは運転を中断して管のビード位置の部分をガス溶断してサンプリングし、その内面を観察する、等の方法で対処しているが、前者の方法では、観察位置が切削位置より数十mm以上下流であるため、切削に異常が発生した場合でもこれを検知するまでに発生する不良部の長さが長くなって歩留まりが低下するという問題があった。また、後者においては、ライン停止に伴って切削バイトを逃がさないと摩擦熱で焼き付く等の問題があるため、ラインの運転を再開してもビード切削形状に段差ができる等して歩留まりが低下する上に、ラインを停止させねばならず、生産能率も低下するという問題があった。またこの両者とも管軸方向の一部分を検査するだけのため、製品全長の品質保証を行うという品質管理体制には応じることができないという問題があった。

## 【0009】

これらの問題を解決するため、半自動的なビード切削形状計測方法として、光切断法を用いた方法が従来より提案されている。ここで光切断法とは、たとえば特開昭57-108705号公報に登場するが、図14のように被測定物である電縫鋼管（単に電縫管とも称する）100に光源1によりスリット光2を照射し、カメラ3で入射角度 $\alpha$ と異なる角度 $\beta$ から観察すると、被測定物の表面形状にしたがって変形されたスリット像（光切断像）が観察され、この光切断像と観測光学系の幾何学的配置から物体（例えばビード部11）形状を算出するものであり、観測光学系が単純であること、測定感度が観測光学系の幾何学的配置によって幅広く変化させられること、などの利点がある。ちなみにスリット光の照射領域から外れる領域のことを地合（ぢあい）部という。

## 【0010】

そしてまた、例えば特開昭52-96049号公報に開示の技術では、切削しない溶接ビード部を光切断法で観察し、表示モニタに光学配置によって定まる拡大比に応じた目盛をつけるビード形状観察方法が提案されている。

【0011】

しかしながら、これらの方法はいずれも計測画像（光切断画像）を表示するまでであり、ビード切削形状の判定はモニタを作業者が目視判定することで行っており、自動計測には至っていない。

【0012】

またこの点、自動計測のための定量方法としては、例えば、特許2618303号公報に開示のような技術があった。それによれば、電縫管の溶接ビード切削後の形状を計測する際にスリット光とITVカメラによる光切断画像をもって鋼管ビード切削部の映像を捕らえ、その断面形状映像（光切断像）を細線化処理（一画素が一方向につながっている領域を細線に見たてること）して断面形状を算出し、その断面形状の輝度により切削部と非切削部である母材を区別し、その区別した切削部中央値と切削部右端の値及び切削部左端の値とを求め、この三つの計測値をもとに切削深さ量や切削傾き量を算出するような方法が提案されている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許2618303号公報に開示の技術においては、細線化処理の具体的な方法として、光切断画像から得られる管軸と平行な方向（Y軸方向）の最大輝度を管周方向（素材鋼板や鋼帯にとってはその幅方向に相当するため以下幅方向と称す）に伸びるX軸上の該当各座標に対しプロットするという具合に、輝度を直接Y軸座標に置き換える演算を行っているのみであるため、正確な断面形状が得られない場合がある、という問題点がある。

【0014】

これについて詳述するが、発明者らが製造現場で実験を重ねた経験によると、切削直後の電縫管の同部の表面は鏡面状態になっている一方で、周囲の非切削部は酸化膜等が付着していて黒っぽいために、スリット光の乱反射の度合いが異なる



る。このため、ビード切削部の光切断像の輝度は幅方向に同程度であるとは限らない。例えば図 1 5 のように切削部のスリット光はほとんど正反射（入射角と同じ角度で入射方向と正反対の方向に反射すること）してしまつて、その輝度は非切削部の 1 0 分の 1 以下となる場合がある。入射角と受光角が異なっていると、このような正反射光は却って低輝度に見えるからである。

## 【 0 0 1 5 】

このような場合には光切断像はノイズに埋もれてしまい、ビード切削形状はうまく得られない。I T V カメラなどの観測光学系のゲインを高めるか露光時間を長くするなどして切削部の輝度を高めようとする、今度は図 1 6 右部のように非切削部が前述のカメラなどの観測光学系の仕様上の最大輝度を超えるレンジオーバー（ハレーション）を起こして正確な非切削部の形状を判別できなくなるのである。その理由は、このような輝度のレンジオーバーが発生した場合、光切断像中の非切削部では、最大輝度を示す管軸方向座標（Y 軸座標）が複数現れ、最大輝度を示す管軸方向座標（Y 軸座標）を一意に決定できないからである。

## 【 0 0 1 6 】

発明者らは先に、このような問題点を解決するため、特願 2 0 0 2 - 1 2 8 4 9 7 において、管軸方向の最大輝度およびスリット光の照射領域から外れる地合部領域の最大輝度をそれぞれ求め、管軸方向の最大輝度と地合部領域の最大輝度を予め定めた比で内分して得られる輝度を閾値とし、その閾値より大である輝度およびそれを示す管軸方向座標の加重平均を当該幅方向座標における管軸方向の擬似断面座標とし、擬似断面座標を幅方向に連ねて得られる擬似断面形状と、スリット光の光源、撮像手段および電縫溶接管の幾何学的位置関係から決まる所定の変換式に基づいて電縫溶接管のビード切削形状を算出する方法およびその装置を提案した。

## 【 0 0 1 7 】

これによれば、電縫溶接管のビード切削形状を、光切断像の切削部と非切削部における輝度レベルの違いの影響を受けることなく精度よく計測することが可能となった。しかしながら、発明者らのその後の検討によると、測定時に採取される光切断画像中の光切断像の輝度が極端に低下し、それを外れた領域（地合部）

の輝度と同程度になるなど極めてSN比が低くなった場合には、光切断線の位置として算出する結果がノイズの影響で正しい位置から外れてしまい、溶接ビード切削形状の計測結果の表示が著しくゆがんでしまう問題があることが判明し、この点に若干の改善の余地があった。

## 【0018】

このような光切断法におけるノイズの影響の抑止に関しては、従来、光切断法を用いる他の技術分野での提案が知られている。

## 【0019】

すなわち、特開昭57-208404号公報では、光切断像の上から下に縦方向に検索していった所定の設定値より大きな部分が最初に発生した区間内のみから光切断線を抽出し、以降その1本の走査線での光切断線の抽出を中止することにより、対象物上のスリット輝線位置以外の異常反射部を光切断線の一部として誤検出することを防止する方法を提案している。

## 【0020】

また、特開平2-35306号公報では、採取した光切断画像を、光切断線を横切る方向に全域を走査し、その走査線上にノイズ画像によるピーク値を持つ場合には全画面の同一走査線上で検出された光切断線位置を基準として光切断探索範囲を設定しノイズ画像を無視する形状検出方法が提案されている。

## 【0021】

また、特開平4-240508号公報においては、光切断像に基づいて測定対象物の座標を算出し、その像の形状が周囲の像と離れて存在する針状である場合には虚像と判定し、そのデータを無視して形状認識することを特徴とする三次元形状認識装置を提案している。

## 【0022】

しかしながら、特開昭57-208404号公報に開示された方法においては、唯一の光切断抽出区間を識別するのに固定の閾値V1を用いているために、採取画像中の光切断線の輝度が切削部・非切削部間で大きく変動する切削ビード形状の計測には適用不可能であるのはすでに説明したとおりである。

## 【0023】

また、特開平 2 - 3 5 3 0 6 号公報に開示された方法は、電子部品のはんだ付け部のように、長手方向に該均一なサイズをもつ凸形状をした部品がスリット光方向に等間隔に並んでいることが前提となっており、ノイズの発生は隣の部品からのスリット光の反射による 2 次光と説明されており、電縫管の切削部で同様のノイズ発生状況が生成されることはないので、本発明の課題に適用不可であるのは明らかである。

## 【 0 0 2 4 】

また、特開平 4 - 2 4 0 5 0 8 号に開示された技術では、切削段差が発生した切削ビードの光切断像は段差部分で光切断像が不連続になるといった状況下において、この段差部分を不連続像（虚像）と誤認識して無視してしまい、結果として切削不良の見逃しにつながる恐れがある、といった問題点があった。

## 【 0 0 2 5 】

つまり、本発明の属する技術分野においても、またその他の技術分野における光切断法による形状認識技術の分野においても、光切断線の像と周囲との S N が低下した場合であっても溶接ビード切削形状を正確に計測する方法は未だ見出されていない。

## 【 0 0 2 6 】

本発明は上記のような問題を解決するべくなされたもので、光切断法による立体形状測定において S N 比の低下に起因する画像処理異常部位を切削により生ずる段差部と容易に識別可能とする計測方法および計測装置を提供することを目的とする。

## 【 0 0 2 7 】

## 【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明は、電縫溶接管の溶接部に生成された管内面あるいは外面のビード位置に照射したスリット光の像である光切断像を前記スリット光の照射方向と異なる角度から撮像手段により撮像して得られる光切断画像に所定の画像処理を施すことにより該電縫溶接管のビード形状を算出する電縫管の溶接ビード切削形状計測方法において、該光切断像と該光切断像を所定の画像処理手段により細線化後の光切断像とを重ね合わせた画像を表示するようにしたことを特徴とする

、電縫溶接管の溶接ビード切削形状計測方法である。

【 0 0 2 8 】

請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、細線化後の光切断像の各画素の色を、該画素に対応する光切断画像上の光切断像の輝度および該スリット光から外れた領域の最大輝度との比から定まる S N 比に応じた色で着色して表示するようにしたことを特徴とする、電縫溶接管の溶接ビード形状計測方法である。

【 0 0 2 9 】

請求項 3 の発明は、請求項 1 の発明において、照射したスリット光の像である光切断像を前記スリット光の照射方向と異なる角度から撮像手段により撮像して得られる光切断像に対して該光切断像を適切な画像処理手段により細線化後の光切断像の各画素の色を、該画素に対応する光切断画像上の光切断像の輝度および該スリット光から外れた領域の最大輝度との比から定まる S N 比に応じた色で分類して着色し、前記光切断像と重ね合わせて画像表示するようにしたことを特徴とする、電縫溶接管の溶接ビード形状計測方法である。

【 0 0 3 0 】

請求項 4 の発明は、切削後の電縫溶接管ビード部にスリット光をある入射角で照射するスリット光源と、前記スリット光の照射像を別な受光角で撮像する撮像手段と、前記撮像手段の出力する光切断画像に対して、スリット光の像を 1 本の画素で表示するように処理する細線化処理回路と、該光切断画像と前記細線化結果を同一画像上に重ね合わせる画像合成回路と、を備えたことを特徴とする、電縫溶接管の溶接ビード切削形状計測装置である。

【 0 0 3 1 】

請求項 5 の発明は、切削後の電縫溶接管ビード部にスリット光をある入射角で照射するスリット光源と、前記スリット光の照射像を別な受光角で撮像する撮像手段と、前記撮像手段の出力する光切断画像に対して、スリット光の像を 1 本の画素で表示するように処理する細線化処理回路と、前記細線化した光切断線の各画素の色を、該画素の対応する光切断画像上のスリット光画像の輝度と該スリット光からはずれた領域の最大輝度の比から定まる S N 比に応じて着色する細線変換回路と、を備えたことを特徴とする、電縫溶接管の溶接ビード切削形状計測装置

である。

【 0 0 3 2 】

請求項 6 の発明は、切削後の電縫溶接管ビード部にスリット光をある入射角で照射するスリット光源と、前記スリット光の照射像を別な受光角で撮像する撮像手段と、前記撮像手段の出力する光切断画像に対して、スリット光の像を 1 本の画素で表示するように処理する細線化処理回路と、前記細線化した光切断線の各画素の色を、該画素の対応する光切断画像上のスリット光画像の輝度と該スリット光からはずれた領域の最大輝度の比から定まる S N 比に応じて着色する細線変換回路と、前記光切断画像と前記細線変換回路が出力する彩色された細線化結果を同一画像上に重ね合わせる画像合成回路と、を備えたことを特徴とする、電縫溶接管の溶接ビード切削形状計測装置である。

【 0 0 3 3 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【 0 0 3 4 】

(実施例 1)

図 1 は、電縫溶接管 1 0 の内面ビードトリマー 1 2 周辺を示したものであり、図 1 において、1 4 が切削バイト、1 6 が支持アーム、5 0 が本発明によるビード切削形状計測装置の測定ヘッド、7 0 が制御装置、9 0 が表示装置、そして 9 2 が記録装置である。

【 0 0 3 5 】

測定ヘッド 5 0 は、切削バイト 1 4 の管搬送方向の下流側、好適には 5 0 0 ～ 2 0 0 0 m m の位置に配置され、溶接シーム部からの輻射熱や溶接屑およびソリブル水の飛散から計測機器類を保護するための機構を備えていることが望ましく、また光学系の過熱や水、油、ヒューム等による汚損を防ぐため、洗浄と冷却をかねた気体パージ機構を備えることが望ましい。

【 0 0 3 6 】

また、制御装置 7 0、表示装置 9 0 および記録装置 9 2 は製造ラインから離れた作業位置、たとえば図示しないオペレータ操作盤付近に配置して、測定ヘッド

50とは支持アーム16を経由するなどしてケーブル60で接続されているが、その経路中で電気ノイズ等の混入を防ぐためにシールド構造となっていることが望ましい。

## 【0037】

なお、以下の実施例の説明においては、管内面のビード切削形状の計測を行う構成になっているが、本発明による電縫溶接管のビード切削形状の計測方法および計測装置は管の外表面であっても内面と同様に適用することができるのはもちろんである。

## 【0038】

次に、測定ヘッド50の構成を図2を用いて説明する。図2において、20はスリット光源（以下、単に光源）、30はカメラ、32はレンズ、24は光源電源、25はカメラ電源、72は画像データ変換回路である。

## 【0039】

ここで、光源電源24、カメラ電源25、画像データ変換回路72および以下で説明する演算回路群は制御装置70として1つのケースに格納されるようにするのが望ましい。その演算回路群とは、細線化処理回路75、画像合成回路81である。

## 【0040】

スリット光源20は測定ヘッド50内にあって電縫溶接管10の断面と角度 $\alpha$ をなし、管周方向（幅方向）に所定の照射幅をもち、管軸方向にはできるだけ細い、好適には0.05mm以下の照射幅をもつ矩形状の照射像を形成するスリット光を照射するものであり、この点については、従来技術のものを踏襲する。

## 【0041】

ここで、スリット光は半導体レーザー素子を発光部に利用したものが広く用いられ、また照射像を矩形状にするために、ナイフエッジを用いたスクリーンやシリンドリカルレンズなどを組み合わせたものが一般に市販されている。

## 【0042】

また、この角度 $\alpha$ は照射部への垂直な状態を0°としたとき90°に近いほど後述のカメラで観察するビード切削形状が管軸方向に拡大されるが、同時に測定

ヘッド50と管内面との距離変動の影響も大きくなるので、本実施例では事前の実験により両者のバランスを考え $\alpha = 70^\circ$ を好適値として用いた。

#### 【0043】

カメラ30はビード切削部に照射されたスリット光の照射像を電縫溶接管10の断面と角度 $\beta$ をなす方向から観察するもので、従来より工業分野で広く用いられているITVやCCD、CMOS等の半導体撮像素子を用いたカメラを利用することができる。また、カメラの結像に用いるレンズ32は市販のカメラ用レンズを用いればよいが、必要に応じ、背光等不要な光を光切断画像内から排除するために前記光源の波長にあわせた通過波長域を持つ帯域通過フィルタや、輻射熱によるカメラ撮像面やレンズの損傷を防止するための熱線カットフィルター等を有することが望ましい。

#### 【0044】

また、測定ヘッド50は、内部のカメラあるいは光源、レンズ等の光学機器を熱や水等から保護するため、密閉構造にするのが好ましく、この場合、スリット光およびカメラ視野の部分のみにそれぞれ窓52、54を開けた構造にすることが好ましい。

#### 【0045】

カメラの配置角度は、 $(\alpha + \beta)$ が略 $90^\circ$ であることが望ましく、カメラの画素数および視野は、ビード部の幅および必要な分解能に基づいて決定すればよい。本発明では光源からのスリット光照射角度 $\alpha = 70^\circ$ 、撮像角度 $\beta = 30^\circ$ 、視野の範囲を幅 $\times$ 高さ $= (25\text{ mm} \times 20\text{ mm})$ 、画素数は横 $\times$ 縦 $= 1300 \times 1000$ 画素を好適値として用いた。これにより、高さ方向の分解能は $20 / 1000 * \cos(70^\circ) / \sin(70^\circ + 30^\circ) = 0.0069\text{ (mm)}$

また、幅方向の分解能は $25 / 1300 = 0.0192\text{ (mm)}$

となり、本実施例においては、幅方向（管周方向） $20\text{ }\mu\text{m}$ 、高さ方向（管軸方向） $7\text{ }\mu\text{m}$ の分解能でビード切削形状を監視可能である。

#### 【0046】

また、光源20とカメラ30の光軸が丁度ビード切削部上で交差するように配

置するのが適切であるのは言うまでもないが、さらに光源 2 0 とカメラ 3 0 の光軸が成す平面が電縫管の進行方向すなわち管の中心軸を含むように配置するのが一層望ましい。なぜならば、このように光源およびカメラを配置することにより、管内面の光切断像が光切断画像上の Y 軸方向に伸びる仮想中心線に対して左右対称に撮像できるからである。

## 【 0 0 4 7 】

更に、光源 2 0 およびカメラ 3 0 は図 2 のように傾けた状態で測定ヘッド 5 0 に固定してもよいが、装置の小型化を図るために共に光軸が電縫管の中心軸と平行になるように配置して光軸を反射鏡 3 6 で傾けるような構成にしてもよい。

## 【 0 0 4 8 】

次に制御装置 7 0 の構成各部について説明する。画像データ変換回路 7 2 は、カメラ 3 0 が出力する画像信号を各画素毎の輝度データに変換して出力するもので、カメラ 3 0 に対応した画像ボード（フレームグラバ）として近年広く市販されているものを利用すればよい。

## 【 0 0 4 9 】

細線化処理回路 7 5 は、採取した画像中のスリット光の像の細線化処理を行うもので、これは従来公知である細線化処理手段や、特願 2 0 0 2 - 1 2 8 4 9 7 の細線化処理方法を用いればよい。

## 【 0 0 5 0 】

画像合成回路 8 1 は、前記のようにして細線化処理したスリット光の画像と、画像データ変換回路が出力する元の光切断画像（原画像）を重ね合わせるものであり、具体的には、画像中の同一座標の画素同士において値の加算、論理和、あるいは原画像上に細線のみを上書きする、等の演算手段を行うものである。

## 【 0 0 5 1 】

次に、本実施例の動作について説明する。

## 【 0 0 5 2 】

図 3 は、電縫管 1 0 製造時に本実施例の装置で観察された切削ビードの光切断画像であり、図 4 は図 3 の光切断像の細線化処理結果である。ここで、図 4 中の矢印で示すように、細線化結果に凹状のノッチが発生しているが、これは図 4 の



○印の位置に散乱光ノイズがあったためである。これは、本実施例の出力が図5のようになることからわかる。本発明によれば、図5のように、元画像および細線化結果の両方を確認できるため、このような散乱光ノイズに起因するノッチを切削段差と誤認識することが回避できる。

【0053】

(実施例2)

図6は、本発明の別な実施例にかかる制御装置70内部の演算回路群の構成を示すブロック図である。本図に図示されていない、ビードトリマー12およびそれに設置する測定ヘッド部50は上述の第1の実施例と同一の構成でよいので省略する。

【0054】

また、図6において、画像データ変換回路72、細線化处理回路75は、上述の実施例1と同一のものを利用すればよい。

【0055】

SN比検出回路77は、細線化处理を行う際の画像中の同一X座標における、光切断線の像の輝度と光切断線から外れた部分の輝度の比を各X座標毎に算出するものであり、既知の最大値探索回路と除算回路の組み合わせで実現できる。

【0056】

また、細線変換回路88は、細線化像の細線部分の画素の色を、SN比演算回路が出力する各X座標のSN比に応じて着色するものであり、グレースケールあるいは任意の色配列で着色すればよい。本実施例での好適例では、表1のようにSN比に応じた色を16段階で割り当てるようにした。表1に関しては、通例知られている色呼称の中間色を多用することになるので、R、B、Gそれぞれの輝度による標記と併記した。

【0057】

【表 1】

SN 比		色 R, G, B の輝度
下限	上限	
それ以下	1.0	青 (0, 0, 255)
1.0	1.3	青緑 (0, 128, 255)
1.3	1.7	緑 (0, 255, 0)
1.7	2.0	(36, 255, 0)
2.0	3.0	(73, 255, 0)
3.0	5.0	(109, 255, 0)
5.0	8.0	黄緑 (146, 255, 0)
8.0	10.0	(182, 255, 0)
10.0	14.0	(219, 255, 0)
14.0	16.0	黄色 (255, 255, 0)
16.0	20.0	(255, 159, 0)
20.0	25.0	(255, 127, 0)
25.0	30.0	(255, 95, 0)
30.0	40.0	(255, 63, 0)
40.0	それ以上	赤 (255, 0, 0)

## 【0058】

次に、本実施例の実施結果について説明する。

## 【0059】

図7は、電縫管10製造時に本実施例の装置で観察された切削ビードの光切断画像であり、図8は図9の光切断像の細線化処理結果である。ここで、図8中の矢印で示す部分は細線化結果に大きな突起状の部分が発生しているが、これはこの部分のスリット光の輝度がとても小さいため細線化処理に際し異常になったのが原因であるが、従来の線だけの表示ではそれを識別することはできない。それに対し、図9に示すのが本実施例の細線変換回路の出力する細線化像であり、図8の○印に相当する部分はSNが最低レベル（青色、あるいは青緑）であることが細線化像の色から判断できるので、この部分の切削形状を誤認識するのを防止できた。

## 【 0 0 6 0 】

## (実施例 3)

図 1 0 は、本発明の更に別な実施例にかかる制御装置 7 0 内部の演算回路群の構成を示すブロック図である。本図に図示されていない、ビードトリマー 1 2 およびそれに設置する測定ヘッド部 5 0 は上述の実施例 1 と同一の構成でよいので省略する。

## 【 0 0 6 1 】

また、図 1 0 において、画像データ変換回路 7 2、細線化処理回路 7 5 は、上述の実施例 1 と同一のものを、S/N 比検出回路 7 7、細線変換回路 8 8 は、上述の実施例 2 と同一のものをを用いればよい。

## 【 0 0 6 2 】

次に、本実施例の実施結果について説明する。

## 【 0 0 6 3 】

図 1 1 は、電縫管 1 0 製造時に本実施例の装置で観察された切削ビードの光切断画像であり、図 1 2 は図 1 1 の光切断画像中に示される光切断像の細線化処理結果である。ここで、図 1 2 中の矢印で示す部分は細線化結果に凹凸状の形状が発生しているが、これはこの部分のスリット光の輝度がとても小さいことに加え、散乱ノイズの影響が出たことが重なり、細線化処理に際し、異常になったのが原因であるが、従来の線だけの表示ではそれを識別することはできない。それに対し、図 1 3 に示すのが本実施例の細線変換回路の出力する細線化像であり、図 1 2 の○印に相当する部分は S/N が最低レベル（青色、あるいは青緑）でありかつ元の光切断線の像から外れていることが明確に判別できるので、この部分の切削段差との誤認識を防止することができた。

## 【 0 0 6 4 】

以上説明した実施例においては、光切断線に着色する色の好適例の標記法としてコンピュータグラフィックスの分野で最も一般的な R B G 系統で説明したが、本発明はこれに限るものではなく、C Y M K など他の色標記法によっても同様の効果が得られるのは明らかである。

## 【 0 0 6 5 】

又、以上説明した実施例においては、制御装置 7 0 内の細線化処理回路 7 2、S N 比検出回路 7 7 その他の画像処理演算回路群の一部あるいは全部は、デジタルコンピュータ内のソフトウェアあるいは R O M 化プログラム等により実現しても勿論よい。

【 0 0 6 6 】

【発明の効果】

本発明により、光切断法による立体形状算出結果中の段差部と画像処理異常値を識別できるようにしたので、スリット光の S / N がある程度低くなった場合でも切削部と非切削部における輝度レベルの違いの影響を受けることなく精度よく計測することができる。また、ビード切削形状データを自動的に演算、記録して定量的な判定や傾向把握、さらには切削位置制御と組み合わせる場合でも、本技術により光切断処理の異常状態を加味して記録することにより、データの信頼性を向上させることが可能であるので、単に光切断画像を目視監視するだけでなく、高度な電縫溶接管製造操業が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明にかかる電縫溶接管のビード切削形状計測装置を備えた内面ビードトリマーを示した概略図

【図 2】

本発明にかかるビード切削形状計測装置の要部の構成を示すブロック図

【図 3】

本発明の実施例 1 にかかる電縫管のビード切削部の光切断画像計測例を示す図

【図 4】

同じく電縫管のビード切削部の光切断画像を細線化処理した画像例を示す図

【図 5】

同じく画像合成回路が出力する画像例を示す図

【図 6】

本発明の実施例 2 にかかるビード切削形状計測装置の要部の構成を示すブロック図

【図 7】

同じく電縫管のビード切削部の光切断画像計測例を示す図

【図 8】

同じく電縫管のビード切削部の光切断画像を細線化処理した画像例を示す図

【図 9】

同じく細線変換回路が出力する画像例を示す図

【図 1 0】

本発明の実施例 3 にかかるビード切削形状計測装置の要部の構成を示すブロック図

【図 1 1】

同じく電縫管のビード切削部の光切断画像計測例を示す図

【図 1 2】

同じく電縫管のビード切削部の光切断画像を細線化処理した画像例を示す図

【図 1 3】

同じく画像合成回路が出力する画像例を示す図

【図 1 4】

光切断法の原理を説明する概略図

【図 1 5】

光切断法により電縫溶接管のビード切削部を計測した場合に、光切断画像の一部の輝度が著しく低下している例を示す図

【図 1 6】

同じく、切削部の輝度を高めた場合に、非切削部にハレーションが発生している例を示す図

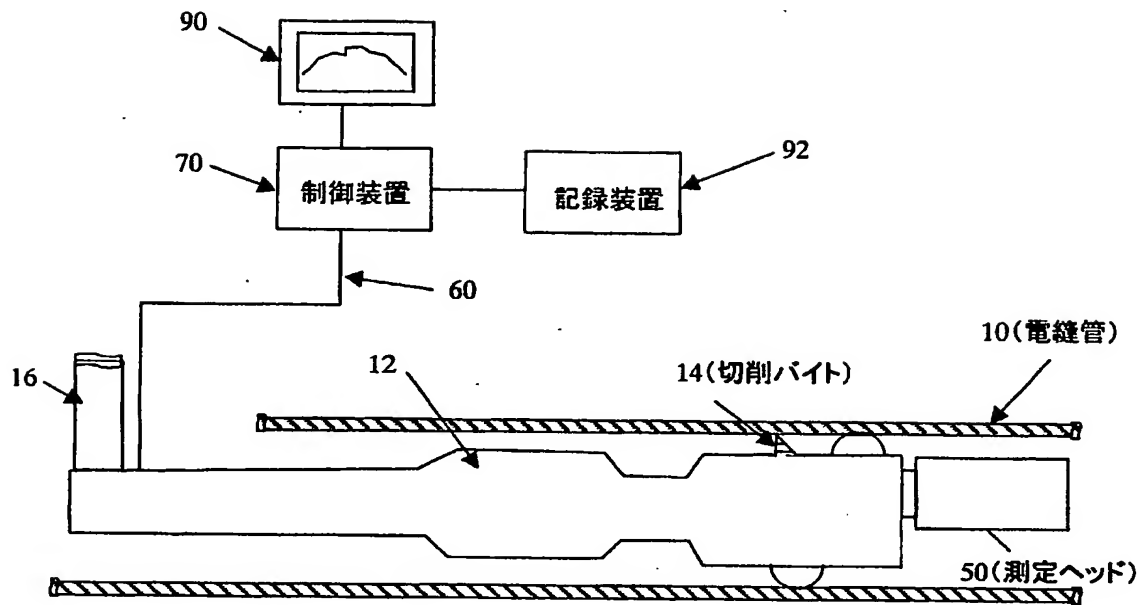
【符号の説明】

- 1 0 …電縫溶接管
- 1 2 …ビードトリマー
- 1 4 …切削バイト
- 1 6 …支持アーム
- 2 0 …光源

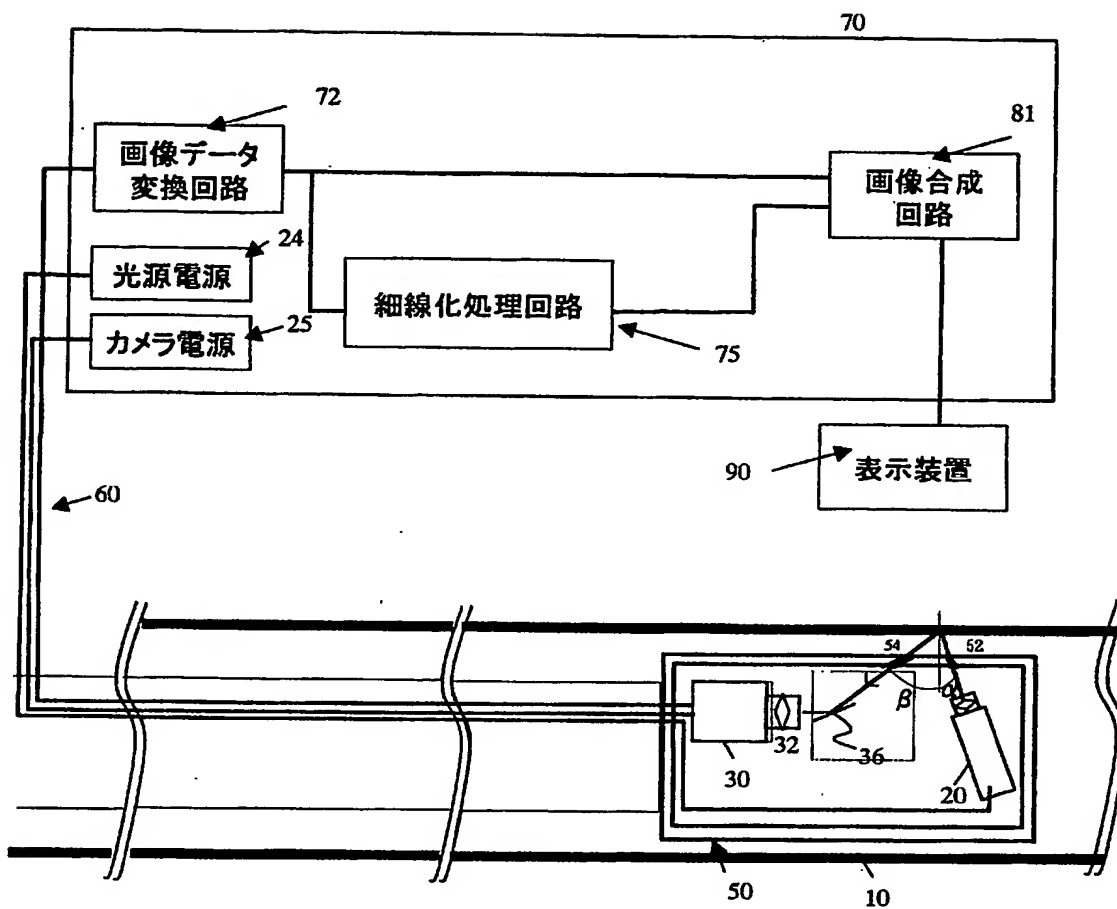
2 4 …光源電源  
2 5 …カメラ電源  
3 0 …カメラ  
3 2 …レンズ  
5 0 …測定ヘッド  
5 2, 5 4 …窓  
7 0 …制御装置  
7 2 …画像データ変換回路  
7 5 …細線化処理回路  
7 7 …S N 比検出回路  
8 1 …画像合成回路  
8 8 …細線変換回路  
9 0 …表示装置

【書類名】 図面

【図 1】

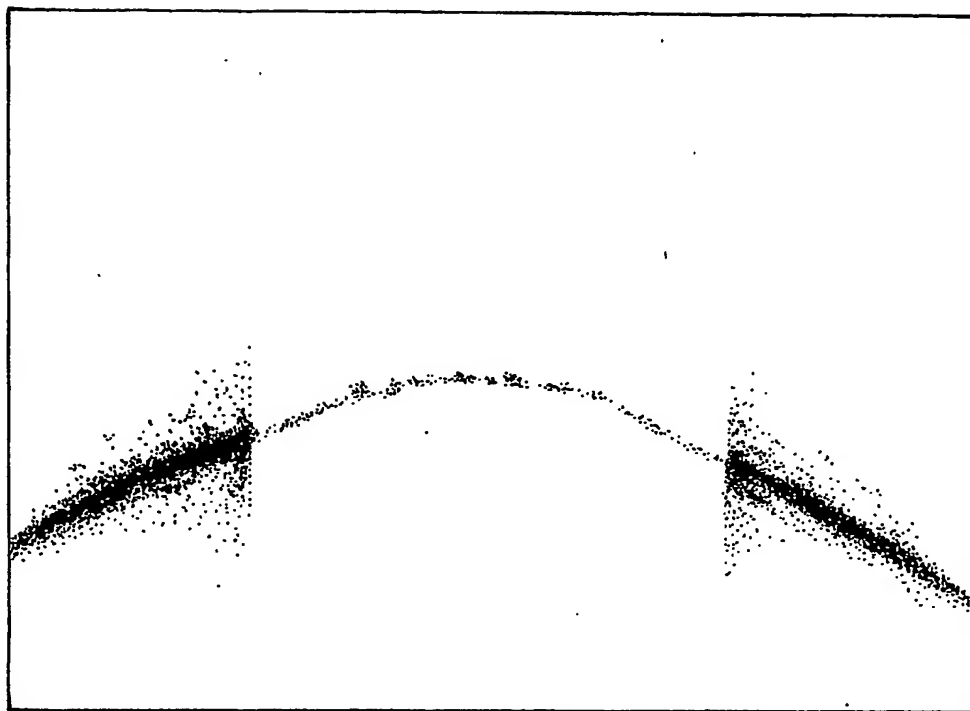


【図 2】

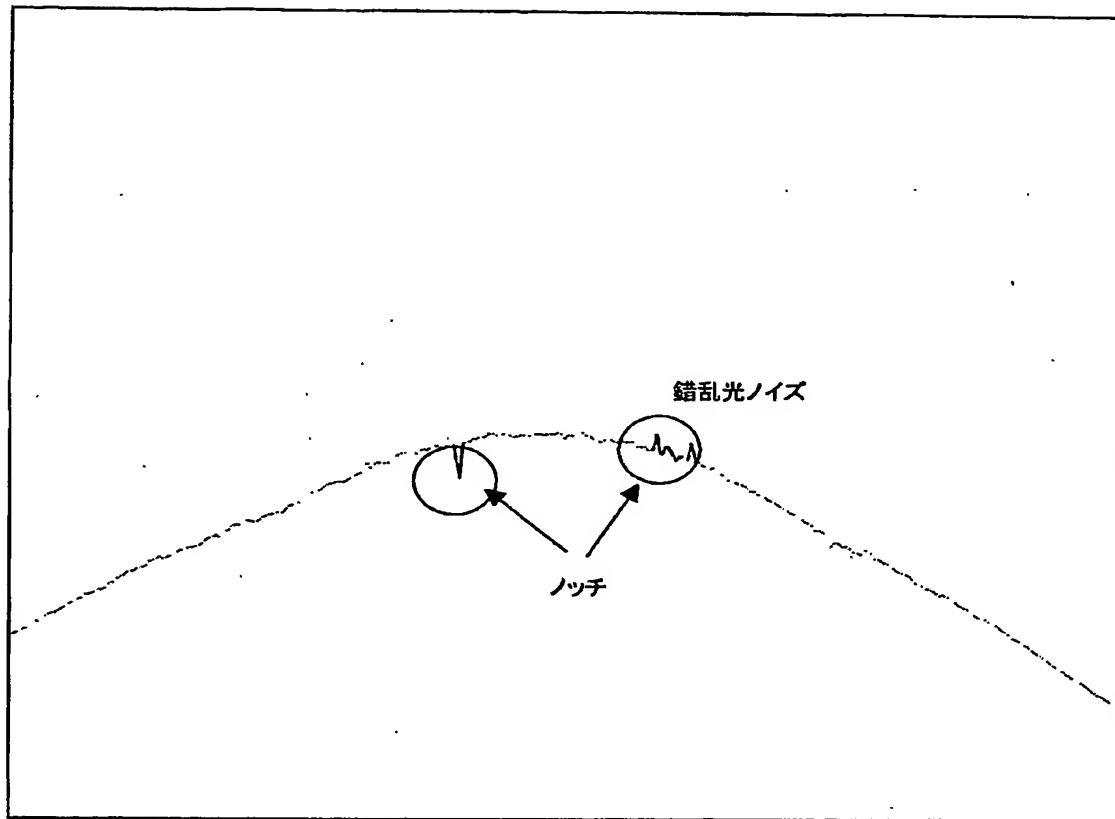




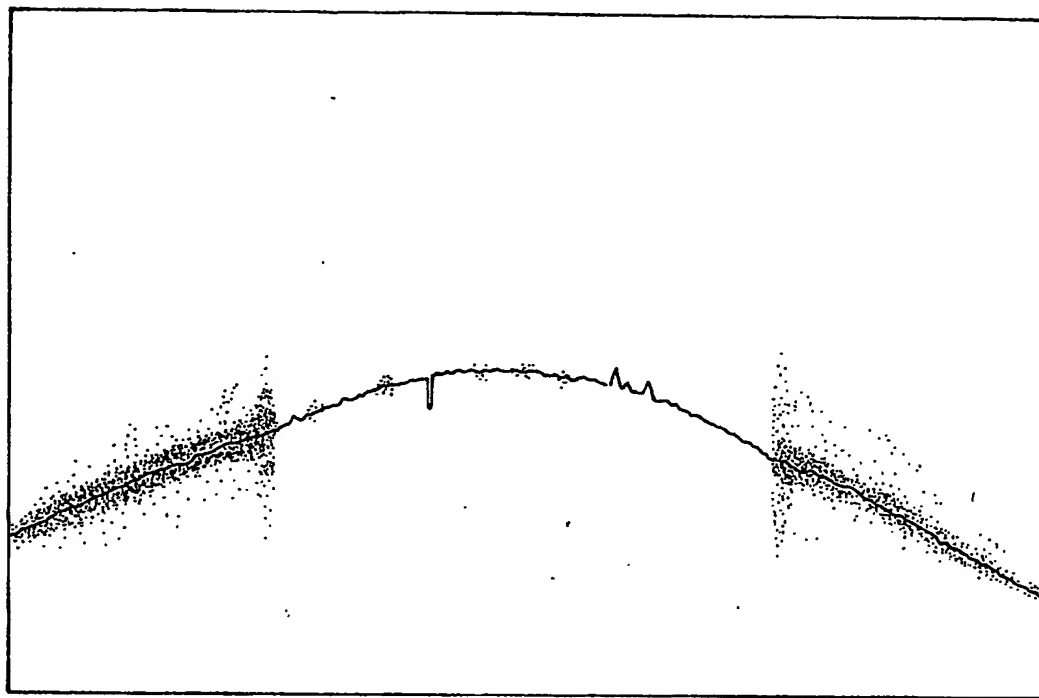
【図 3】



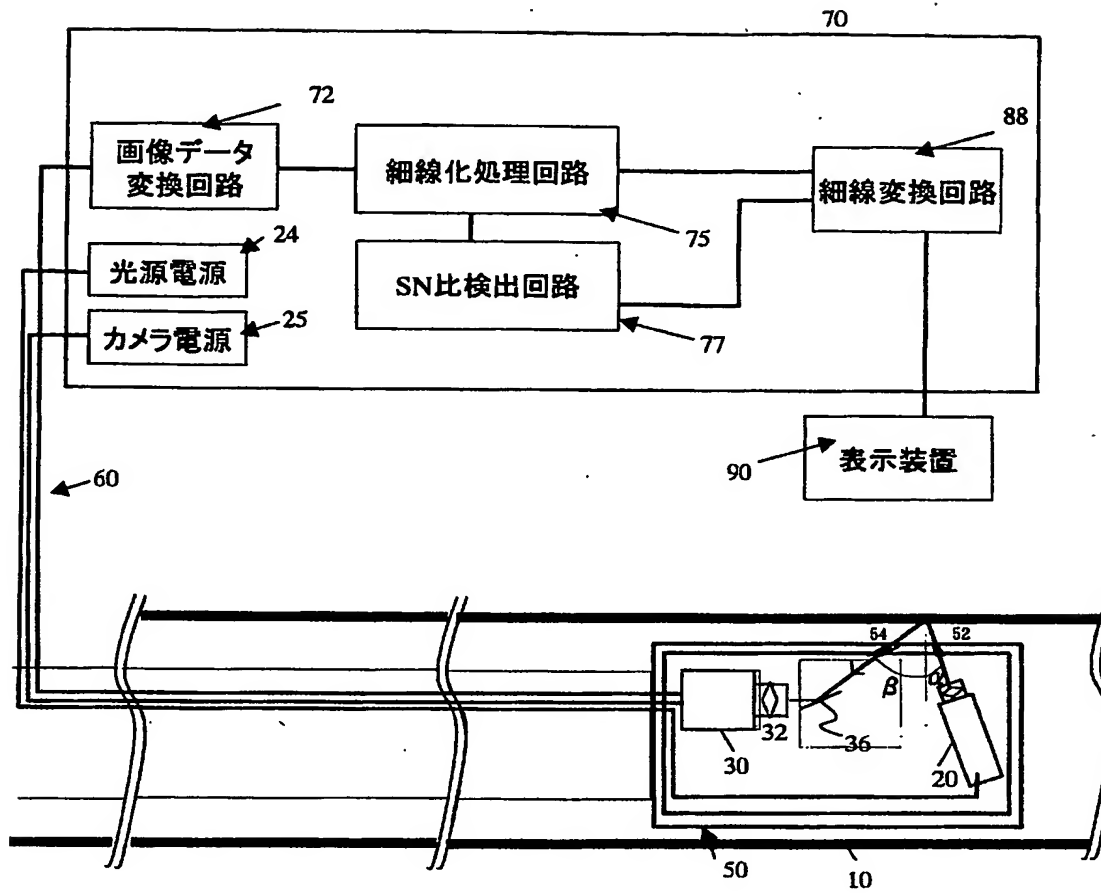
【図4】



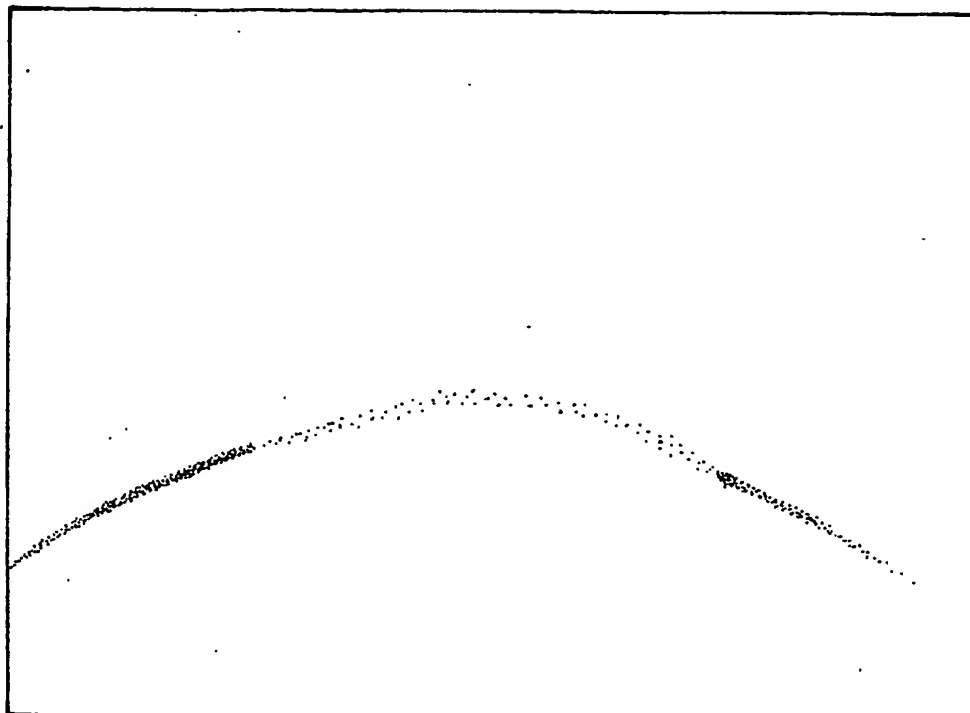
【図 5】



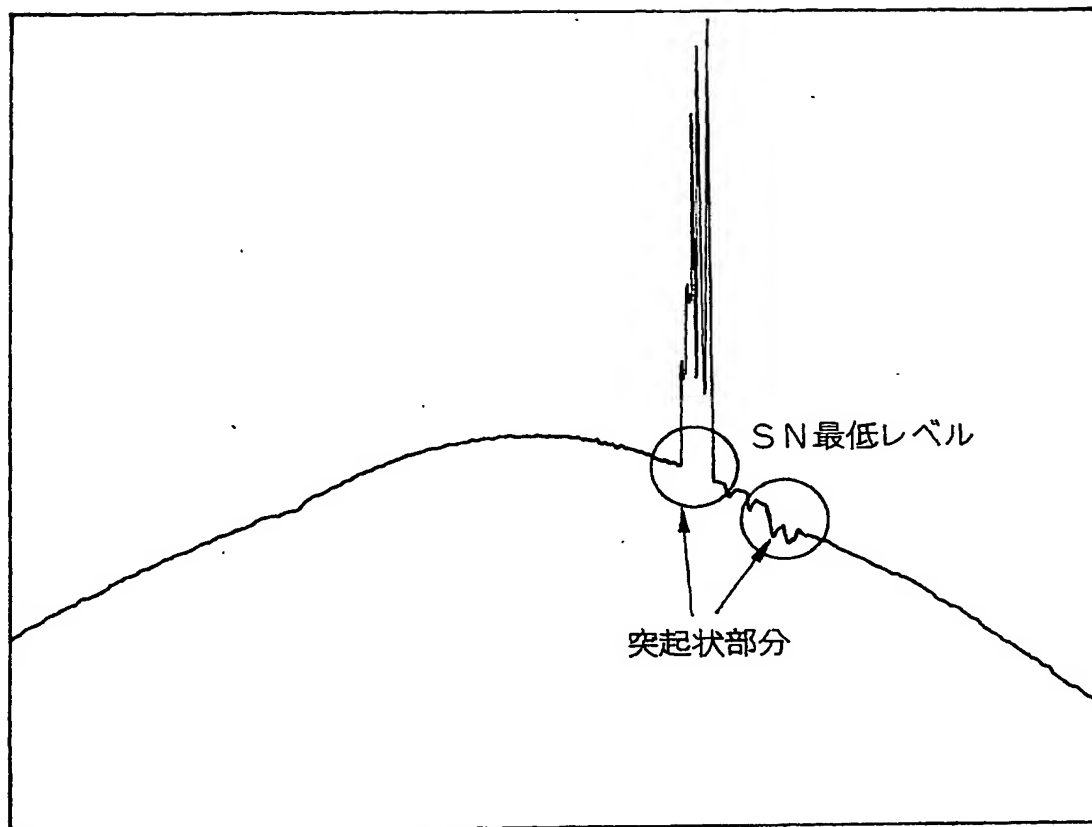
【図 6】



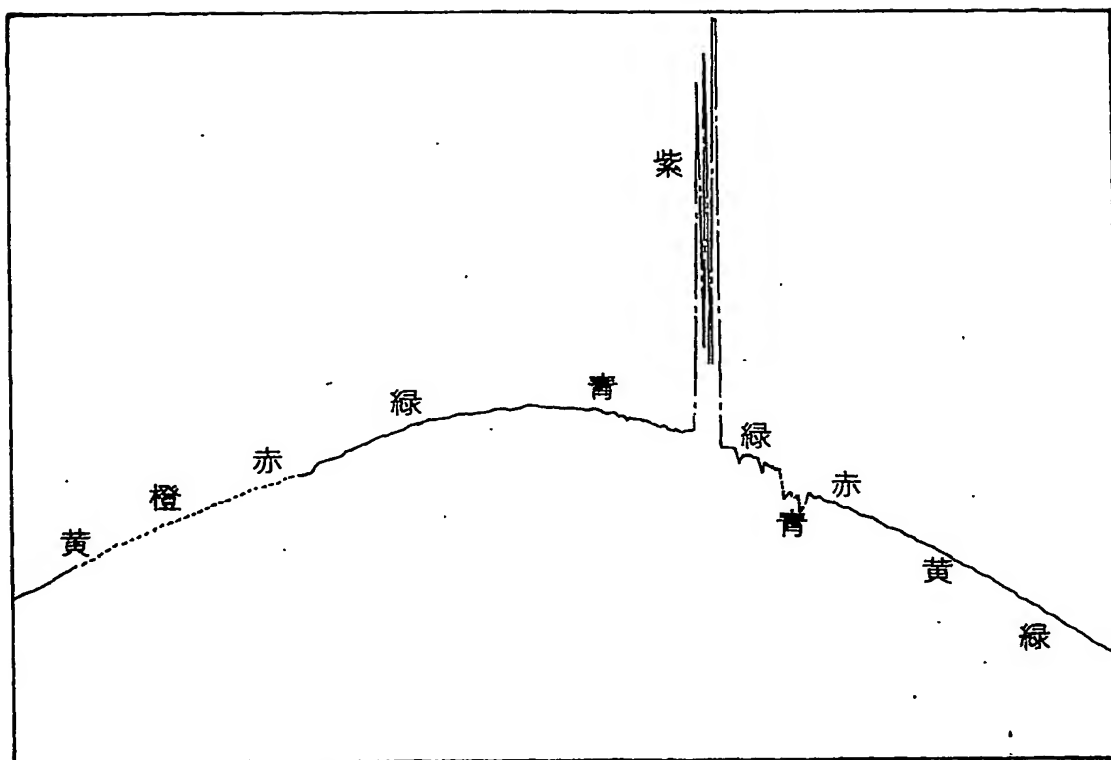
【図 7】



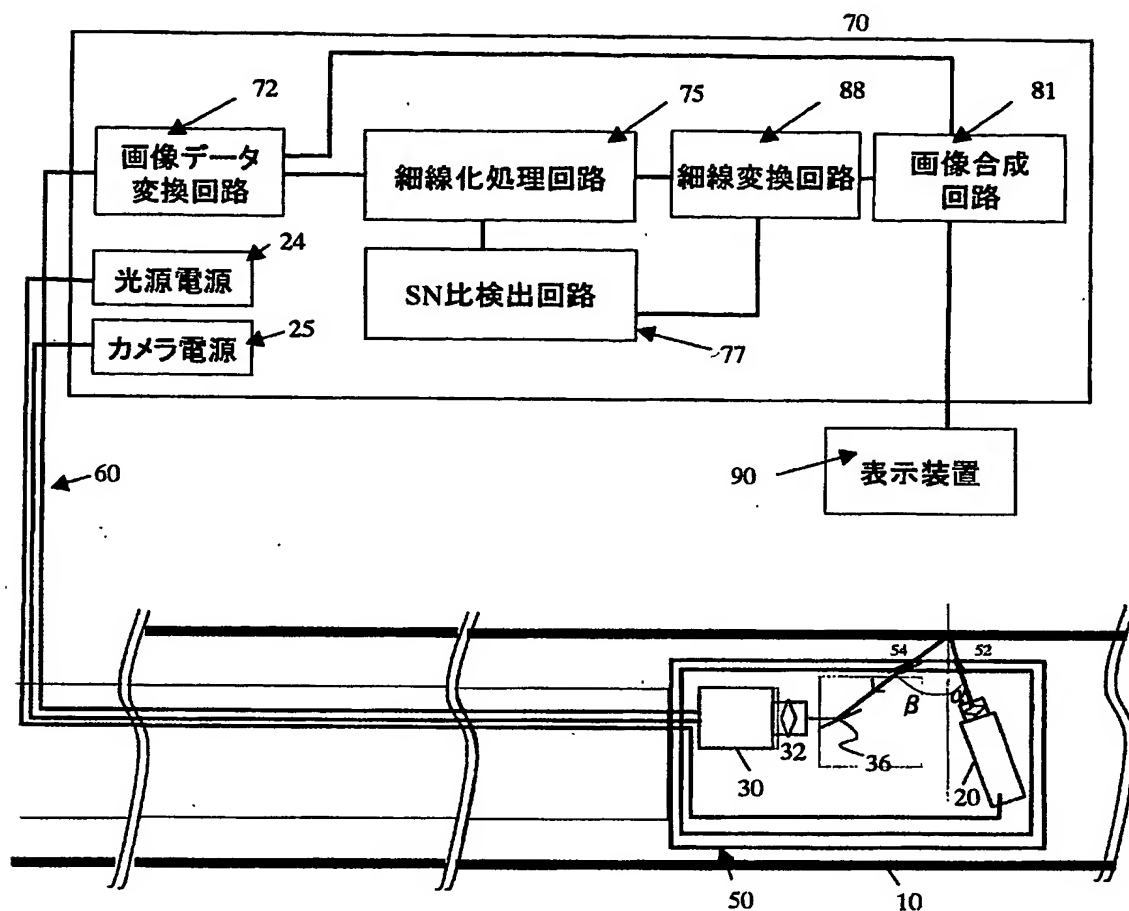
【図8】



【図9】

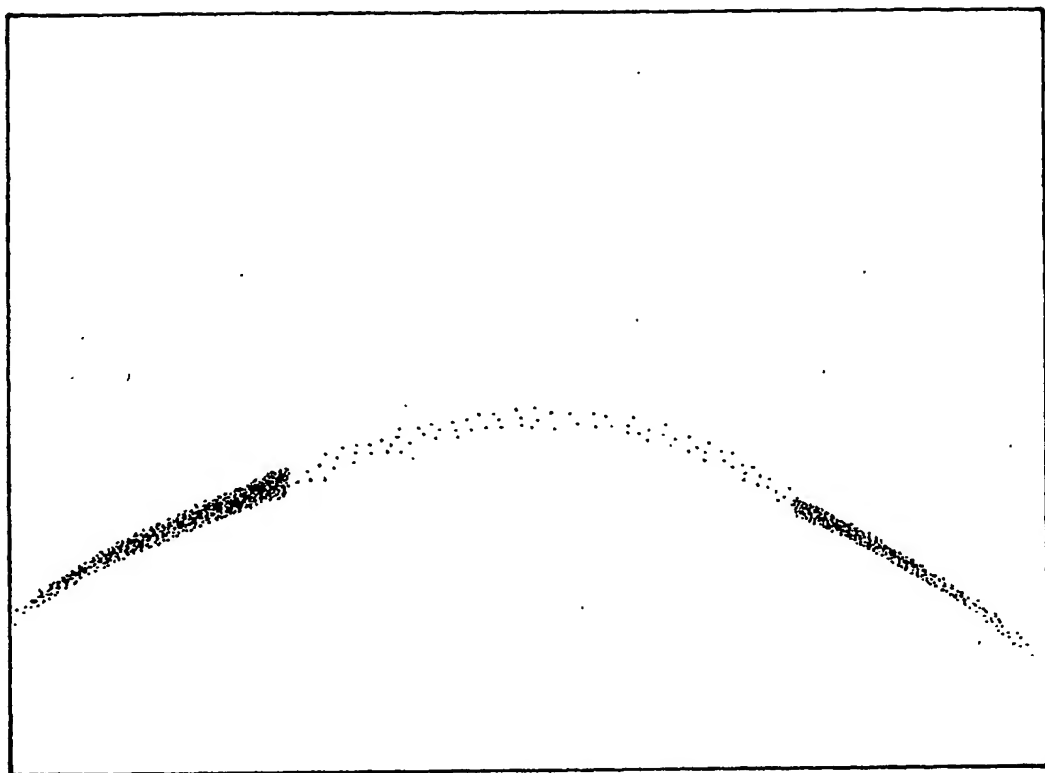


【図10】

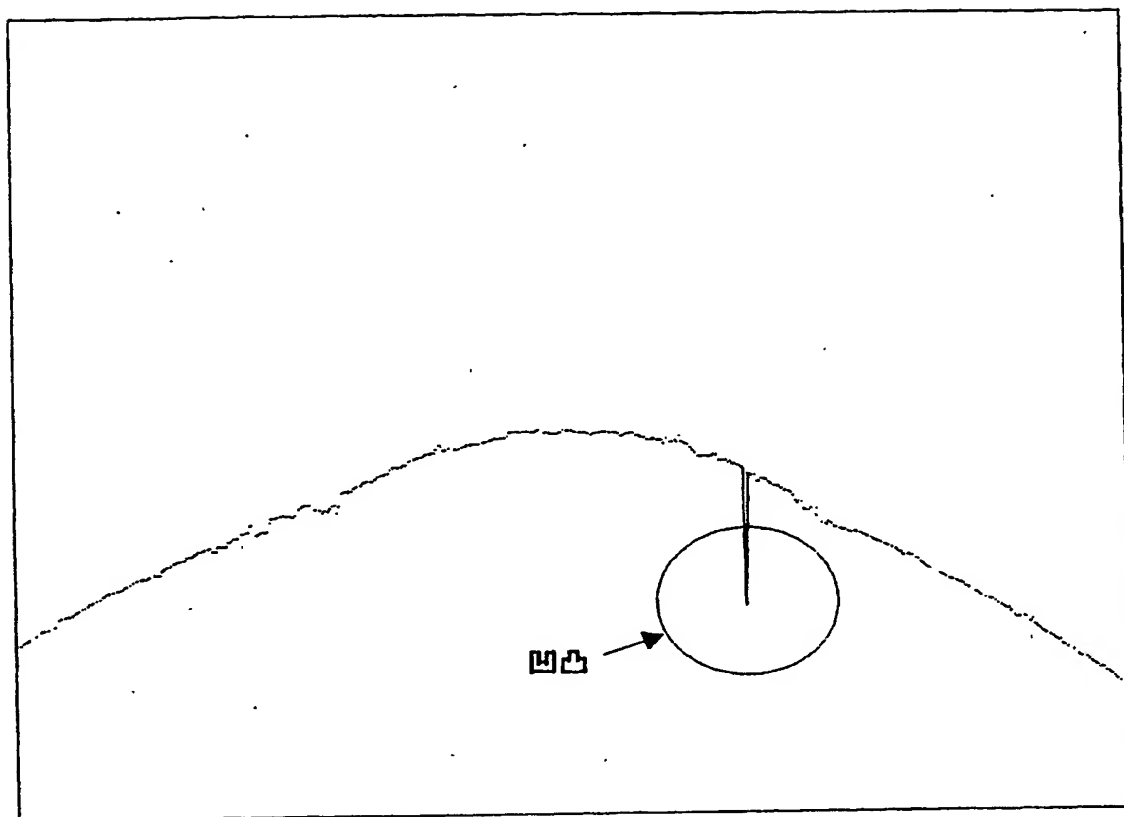




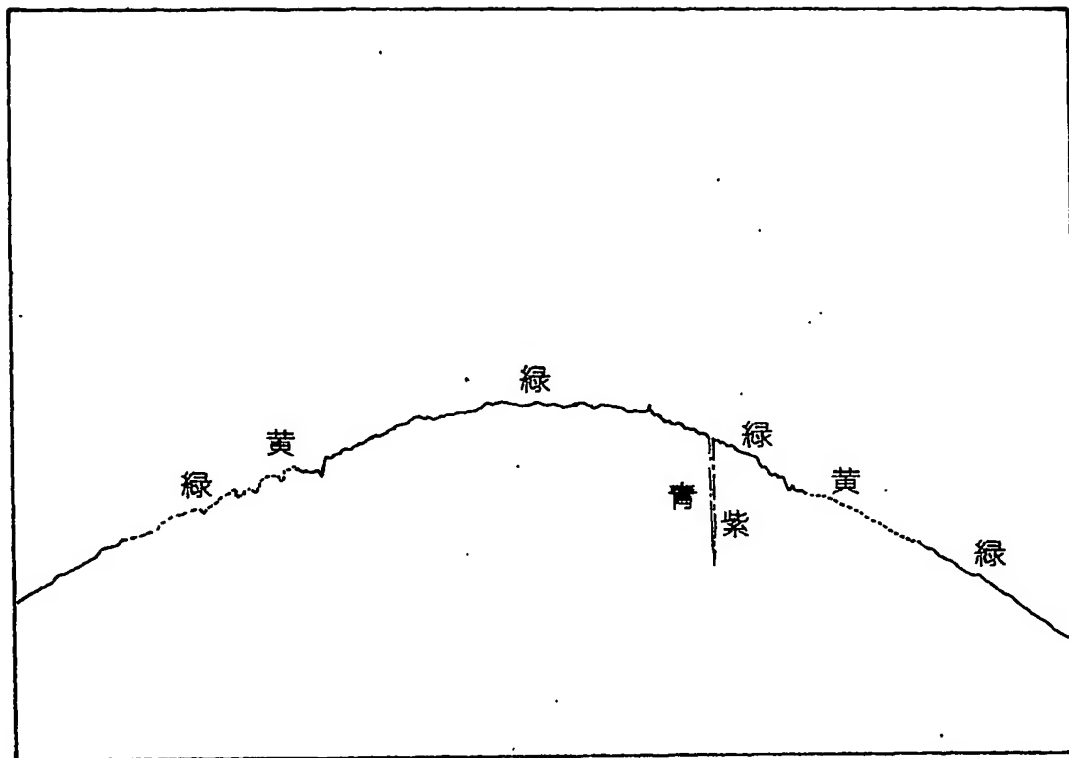
【図 11】



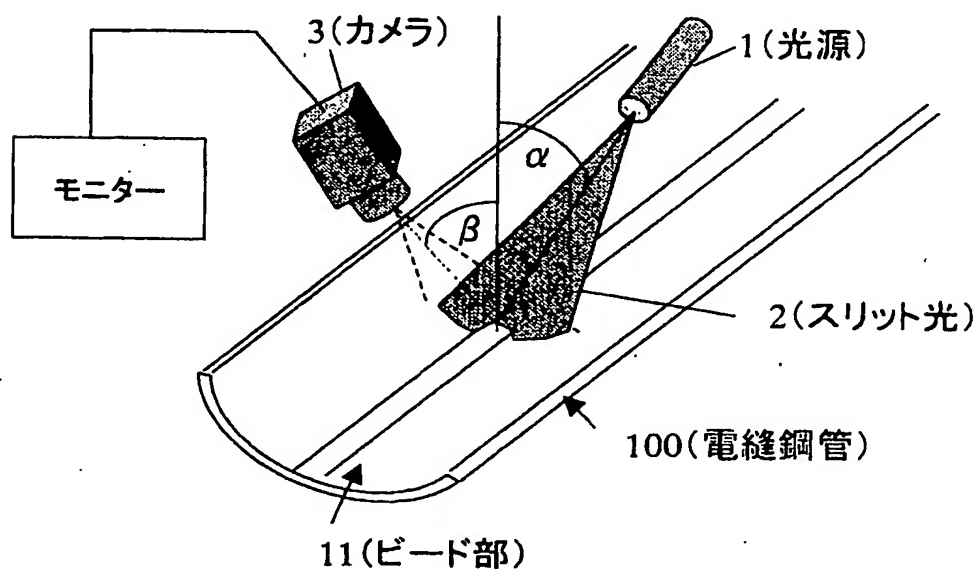
【図 1 2】



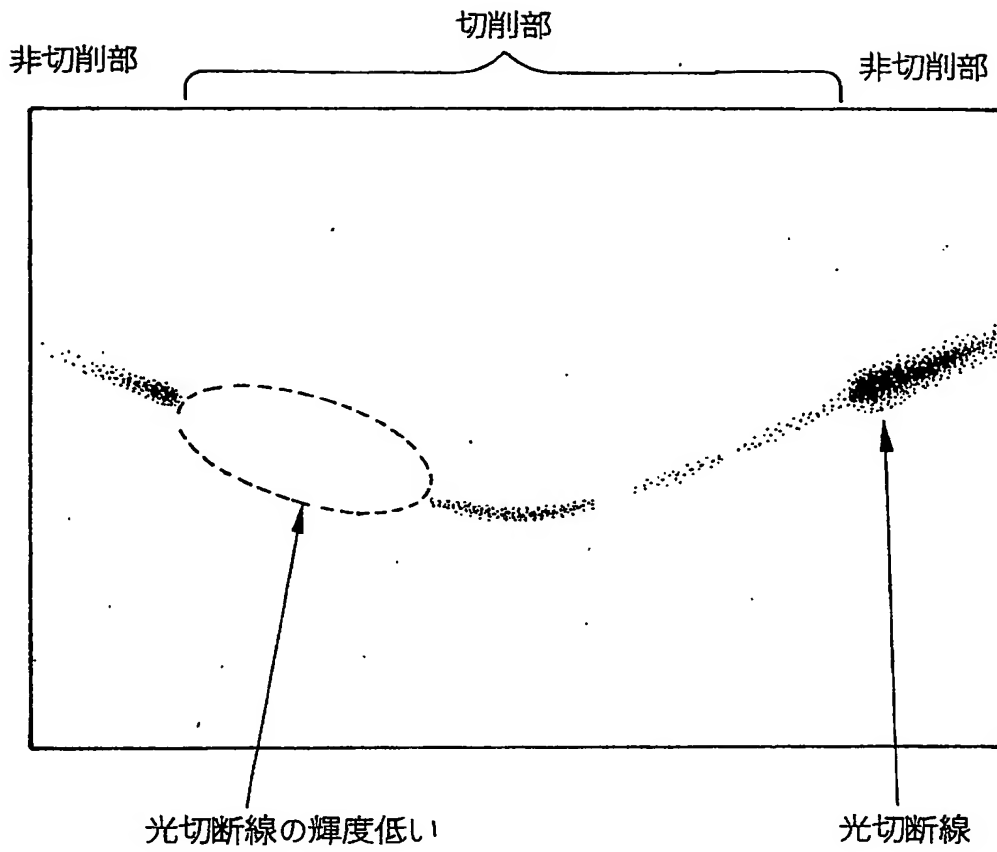
【図13】



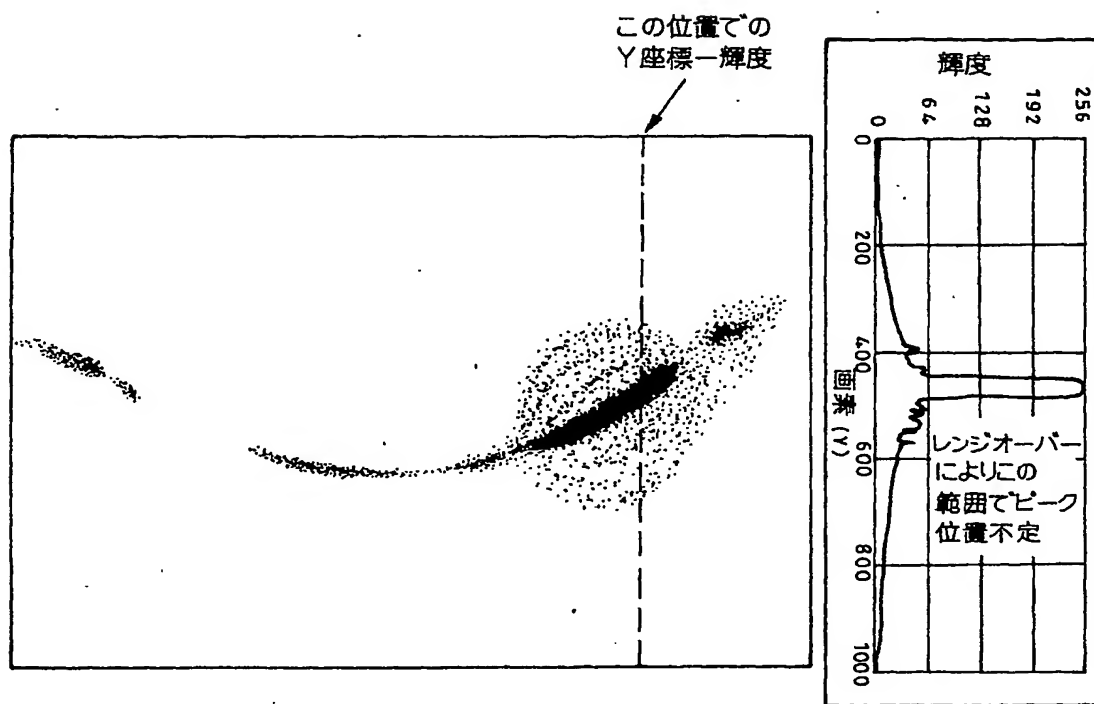
【図14】



【図 1 5】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 測定時に採取される光切断画像中の光切断像の輝度が極端に低下し、それを外れた領域（地合部）の輝度と同程度になるなど極めてS/N比が低くなった場合であっても、そのことに起因する画像処理異常部位を切削により生ずる段差部と容易に識別可能とする。

【解決手段】 光切断像と、該光切断像を所定の画像処理手段により細線化後の像とを重ね合わせた画像を表示する。

【選択図】 図 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001258]

1. 変更年月日 1990年 8月13日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号  
氏 名 川崎製鉄株式会社
2. 変更年月日 2003年 4月 1日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号  
氏 名 JFEスチール株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**